



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH SKLADU V DANÉ STROJÍRENSKÉ FIRMĚ

DESIGN OF A WAREHOUSE IN A GIVEN ENGINEERING COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Hornák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Filip Hornák**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh skladu v dané strojírenské firmě

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě rešerše optimalizovat výrobní tok v daném skladě. Následně provést rozbor variant řešení. Výsledkem je potom nejvýhodnější řešení.

Cíle bakalářské práce:

1. Rešerše z oblasti skladování.
2. Rozbor možných situací.
3. Volba variant.
4. Zhodnocení návrhu.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

HORNÁK Filip: Návrh skladu v dané strojírenské firmě.

Bakalárska práca je zameraná na návrh skladu v strojárskkej firme Bonfiglioli s.r.o. Pred predstavením variant bola riešená rešeršná časť práce, ktorá opísala problematiku skladovania z hľadiska funkcií a druhov skladov, typov manipulácie či logistických metód. V druhej časti sú opísané samotné dva návrhy skladu – jeden je riešený pomocou regálov s viacnásobnou hĺbkou a paletových satelitov, druhý využíva automatizovaný systém Stingray s pohyblivými modulmi. Obe varianty sú doplnené o názornú výkresovú dokumentáciu. Na záver sú spravené hodnotenia variant a voľba metódy na základe rozhodujúcich parametrov, ktorými sú skladová kapacita, časová úspora či prevádzkové náklady.

Kľúčové slová: sklad, logistika, manipulácia, automatizácia, výrobný tok

ABSTRACT

HORNÁK Filip: Design of a warehouse in a given engineering company.

The aim of the bachelor thesis is a design of a warehouse in an engineering company Bonfiglioli s.r.o. Firstly, there was made a search about warehouse problematics concerning its functions, types, kinds of manipulation and methods of logistics. Secondly, two options of design are described – the first one is based on multi-depth racks with pallet shuttles, the second one uses automated shuttle system Stingray with mobile modules. Both versions are supported with drawings. Lastly, evaluations of both of the scenarios are made and the final alternative is chosen based on the following parameters – warehouse capacity, time saving and operation costs.

Keywords: warehouse, logistics, manipulation, automatization, production flow

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

HORNÁK, Filip. *Návrh skladu v dané strojírenské firmě*. Brno, 2019. 30s, 2 výkresy, CD. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116766>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

ČESTNÉ PREHLÁSENIE

Týmto prehlasujem, že predkladanú bakalársku prácu som vypracoval samostatne, s využitím uvedenej literatúry a podkladov, na základe konzultácií a pod vedením vedúceho bakalárskej práce.

V dňa 24.5.2019

.....

Podpis

POĎAKOVANIE

Ďakujem pánovi Ing. Marekovi Štronerovi, Ph.D. za ústretovosť a za rady a pripomienky týkajúce sa spracovania bakalárskej práce.

Rovnako ďakujem aj pánovi Ing. Ivanovi Belásovi za poskytnutie informácií o skladovaní a spoločnosti Bonfiglioli Slovakia s.r.o. za možnosť nahliadnutia do priestorov firmy a umožnenie vyhotovenia fotodokumentácie skladu.

V neposlednej rade sa chcem poďakovať rodine a taktiež spolužiakom za ich podporu a pomoc pri štúdiu.

OBSAH

Zadanie

Abstrakt

Bibliografická citácia

Čestné prehlásenie

PodĎakovanie

Obsah

Str.

ÚVOD	9
1 SKLADOVANIE	10
1.1 Funkcie skladov	10
1.2 Typy skladov	11
1.3 Manipulácia s materiálom	13
1.3.1 Dopravné vozíky	14
1.3.2 Žeriavy	15
1.3.3 Mechanické dopravníky	16
1.4 Skladová logistika	16
1.4.1 Kanban	16
1.4.2 Just in time	17
1.4.3 Quick response	18
1.4.4 Hub and spoke	18
1.4.5 Cross docking	19
2 ROZBOR VARIANT RIEŠENIA SKLADU	20
2.1 Súčasný stav a riešenie skladu	23
2.2 Varianta A – Zakladač pre sklad s viacnásobnou hĺbkou	24
2.3 Varianta B – Automatický zakladač TGW Stingray	26
3 VOĽBA A ZHODNOTENIE NÁVRHU	29
4 ZÁVERY	30

Zoznam použitých zdrojov

Zoznam použitých symbolov a skratiek

Zoznam obrázkov

Zoznam tabuliek

Zoznam výkresov

ÚVOD [1], [2], [3]

Neoddeliteľnou súčasťou každého výrobného podniku je skladovanie. Optimálnemu riešeniu tohto systému venujú v súčasnosti firmy viac pozornosti, ako tomu bolo v minulosti.

Správne nastavenie a plynulý materiálový tok prináša veľa výhod. Vysoké ceny pozemkov nútia firmy zamýšľať sa nad úsporou priestoru, a preto sa vyvíjajú stále novšie technológie a systémy, ktoré umožňujú maximálne využitie ich kapacity (obr. 1). Časovú úsporu dosahujú pomocou precízne nastavených logistických metód vyvinutých v minulom storočí, ktoré sa s menšími úpravami využívajú dodnes aj v súčasnosti. Zrýchľovanie výroby kladie na zamestnancov firiem vysoké nároky, ktoré by bez moderných systémov automatizácie neboli schopní plniť. A práve táto zložka sa v posledných rokoch začala rozvíjať vysokým tempom. Okrem zrýchľovania toku materiálu poskytuje okamžitý prehľad o stave výrobkov v skladoch. To je výhodou pre manažment firmy, pretože takto môže promptne reagovať na situáciu v nastavení výroby.

Všetky tieto zložky vedú k rastu podniku, ktorý sa snaží o získanie rozhodujúceho náskoku voči konkurencii. Zdravé súperenie medzi firmami napomáha skvalitňovať procesy a finálne produkty, čo je podstatné pre ďalší rozvoj v rôznych oblastiach – či už technických alebo environmentálnych.



Obr. 1 Využitie celej výšky skladu

1 SKLADOVANIE [1], [2], [3]

Kľúčovou časťou logistického systému, ktorá tvorí most medzi výrobcom a spotrebiteľom, je skladovanie. Je to súčasť manipulácie s materiálom, ktorej funkciou je príprava ku skladovaniu, uloženie tovaru v skladovacích priestoroch a následne jeho vyberanie zo skladu pre ďalšie použitie, úpravu alebo prepravu. Okrem samotného uloženia vyrobených súčastí je sklad neodmysliteľnou zložkou pre potreby manažmentu. Poskytovanie informácií o stave výrobkov a jeho množstve je z hľadiska prevádzky každej firmy jej strategickým článkom, pretože iba rýchla a pohotová reakcia na momentálnu situáciu zabezpečí plynulý chod firmy. Okamžitý prehľad napomáha objednávkam a expedíciám tovaru tak, aby nebol narušený plynulý tok materiálu. Schopnosť predvídať vývoj zásob na základe sezónneho dopytu je rovnako dôležitá. V opačnom prípade to môže viesť k nepripravenosti, oneskoreniu dodávok, strate zákazníkov a tým pádom aj k strate ziskov a dobrého mena spoločnosti.

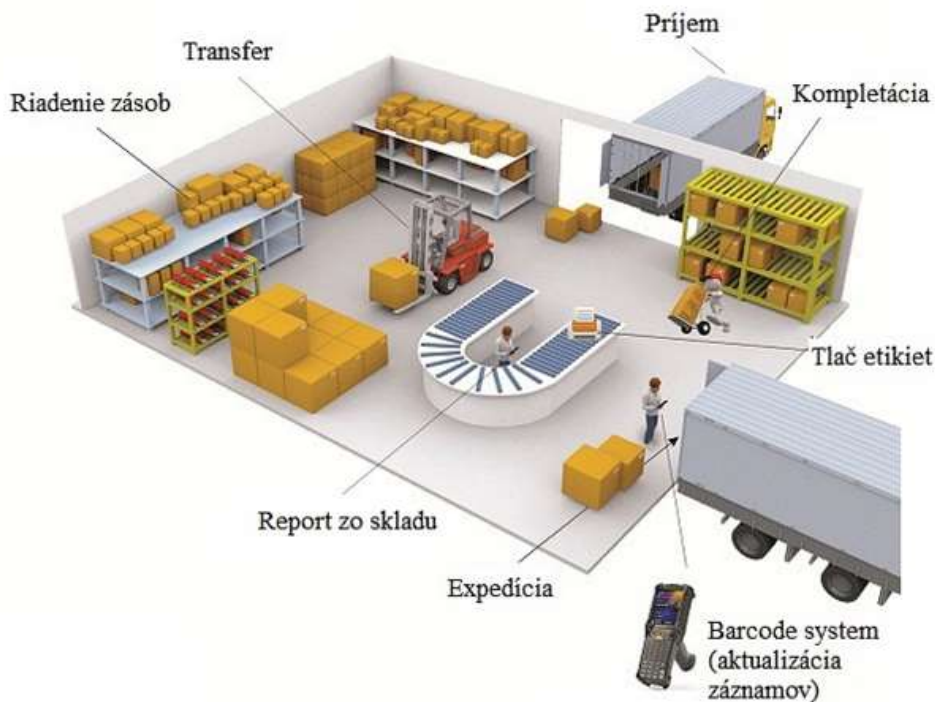
1.1 Funkcie skladov [1], [3], [4], [5], [6]

V súčasnej dobe sa na sklady kladie veľký dôraz a požiadavky na ich funkcie sú čoraz väčšie. Schéma rozloženia skladu je zobrazená na obr. 2.

Sklady musia spĺňať tri základné funkcie:

a) Presun produktov, ktorý zahŕňa nasledujúce činnosti:

- príjem tovaru – vyloženie a vybalenie, kontrola dokumentov, kontrola množstva a aktualizácia záznamov zásob v databáze,
- transfer a uloženie – samotný presun tovaru do skladu, uloženie do regálov alebo na miesta na to určené,
- kompletizácia – zahŕňa preskupovanie produktov podľa objednávok zákazníka,
- prekládka (cross-docking) – dodanie tovaru v požadovanom množstve na konkrétne miesto,
- expedícia – zabalenie, naloženie tovaru na palety a do dopravného prostriedku, kontrola objednávky, aktualizácia záznamov zásob v databáze.



Obr. 2 Systém správy skladu [5]

b) Uskladnenie produktov:

- prechodné – tovar dodaný do skladu za účelom doplnenia zásob,
- časovo obmedzené – uskladnenie tovaru z iných dôvodov (dobrá nákupná cena, kolísavý dopyt, poistné zásoby).

c) Prenos informácií:

- pri príjme alebo expedícii tovaru, kedy manažment potrebuje okamžitý prehľad o type zásob, ich množstve a mieste uloženia,
- využívanie čítačiek čiarových kódov, tzv. Barcode system pre uľahčenie a zrýchlenie zápisu údajov do databázy (obr. 3).



Obr. 3 Skenovanie kódu čítačkou [6]

Ďalšie funkcie skladov:

- vyrovnávacia – zabezpečuje plynulý chod výroby pri nevyváženom materiálovom toku a materiálovej potrebe,
- zabezpečovacia – rieši nepredvídateľné riziká vo výrobe, kolísavé potreby na trhu a situáciu vzniknutú pri problémoch s dodávkami polotovarov,
- kompletizačná – pre tvorbu sortimentu v obchode alebo druhov sortimentu pre potreby jednotlivých prevádzok v priemyselných podnikoch,
- špekulačná – súvisí s očakávaným zvýšením cien na odbytových a zásobovacích trhoch,
- zušľachtujúca – jedná sa o tzv. produktívne sklady, pretože sú spojené s výrobným procesom – tu sa zmení kvalitatívne uskladnený sortiment (napr. zrením, kvasením, sušením a pod.).

1.2 Typy skladov [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]

S ohľadom na funkciu môžeme sklady rozdeliť do niekoľkých skupín. Ďalej ich môžeme triediť aj podľa typu skladovaného materiálu. Niektoré suroviny, ktoré nepodliehajú skaze alebo korózii, je možné skladovať napr. aj vonku, iné si vyžadujú ukrytie vnútri. Typy skladov sa líšia aj podľa manipulačných jednotiek, ktoré daný sklad využíva, a to:

a) Podľa funkcie:

- centrálny – sklad hotových výrobkov firmy,
- obchodný – charakterizovaný veľkým počtom dodávateľov a odoberateľov, okrem skladovania slúži tiež k zmene sortimentu,
- expedičný – v ňom sú uskladnené výrobky určené k exportu,
- tranzitný – typ skladu vyskytujúci sa hlavne v prístavoch a dopravných prekladiskách, ktorého hlavnou úlohou je prekládka (príjem, prerozdelenie a naloženie na iný dopravný prostriedok) (obr. 4),
- sklad nedokončenej výroby a polotovarov,
- konsignačný – sklad odoberateľa zriadený a prevádzkovaný dodávateľom, ktorého cieľom je priblíženie tovaru zákazníkovi.



Obr. 4 Tranzitný sklad kontajnerov [10]

b) Podľa konštrukcie:

- otvorený – tovar uskladnený voľne na vonkajších priestoroch na to určených (obr. 5),
- krytý – zastrešený, môže mať aj 1 až 3 steny, tzv. prístrešok (obr. 6),
- uzavretý – sklad obklopený stenou z každej strany,
- halový – jednopodlažný sklad s výškou 5 až 10 metrov,
- etážový – plocha skladu je rozložená do dvoch a viac podlaží (obr. 7),
- výškový – uzavretý sklad s výškou nad 10 metrov (obr. 8).



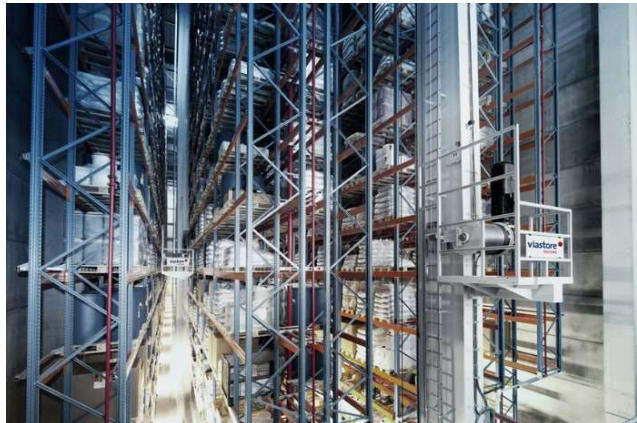
Obr. 5 Otvorený sklad [11]



Obr. 6 Krytý sklad [12]



Obr. 7 Etážový sklad [13]



Obr. 8 Výškový sklad [14]

c) Podľa stupňa mechanizácie:

- ručný,
- mechanizovaný – sčasti sa pri manipulácii využívajú aj strojné zariadenia,
- vysoko mechanizovaný – sklad, ktorý sa vyznačuje pokročilými technológiami a prvkami automatizácie, no nezaobíde sa bez ručnej manipulácie (ukázal sa ako ekonomicky najefektívnejší),
- automatizovaný – v sklade je pohyb tovaru automatický, jeho ukladanie je zväčša na predom určené miesto (obr. 9),
- plne automatizovaný.

d) Podľa prietoku:

- hlavový – príjem aj vyskladnenie sa nachádzajú na jednej strane skladu, dochádza ku križovaniu ciest (používa sa u menších skladov, kde je riziko vzájomného prekážania si minimálne),
- prietokový – tovar sa pohybuje v sklade jednosmerne, vzájomná činnosť príjmu a vyskladnenia sa neruší (môžu byť priame alebo odbočovať do pravého uhla).



Obr. 9 Automatizovaný sklad firmy Jungheinrich [15]

1.3 Manipulácia s materiálom [16]

Jednou z najdôležitejších zložiek v sklade je manipulácia s materiálom a jej správne nastavenie. Táto činnosť je súbor niekoľkých operácií. Zahŕňa nakládky, premiestňovanie, prekládky, vykládky, ale aj balenie, vybaľovanie, váženie, kontrolu materiálu a manipuláciu s odpadom. Jej optimalizácia je pre plynulý chod a ekonomiku podniku kľúčová záležitosť. Správne rozmiestnenie skladov, dopravných ciest a výroby v rámci areálu ušetrí drahocenný čas a, samozrejme, finančné prostriedky firmy. Tento problém rieši manipulačná logistika. „Manipulačná logistika zahŕňa predovšetkým uplatnenie jednotlivých mechanizovaných a automatizovaných systémov a manipulačných jednotiek.“ Dôraz sa preto kladie na správne usporiadanie jednotlivých operácií v takom poradí a systéme, aby sa dosiahlo najvyššej efektivity. V neposlednom rade je potrebné použitie moderných technológií dopravy materiálu medzi jednotlivými halami skladov a výroby. Firmy pracujú s polotovarmi rôznych veľkostí a tvarov, preto je potrebná ich správna voľba a kombinácia.

Nižšie budú spomenuté a popísané najčastejšie používané manipulačné a dopravné prostriedky v moderných skladoch.

1.3.1 Dopravné vozíky [15], [17], [18], [19], [20]

Podstatnú časť skladovej manipulácie pokrývajú dopravné (priemyselné) vozíky. Tieto ďalej delíme podľa stupňa mechanizácie a spôsobu manipulácie s materiálom – od jednoduchých paletových vozíkov až po koľajové alebo automaticky riadené:

a) Ručné vozíky, ktoré tlačí alebo ťahá pracovník, niektoré typy sú aj s pomocným pohonom, patria sem:

- paletové – ľahké, krátke a obrátne vozíky pre manuálne prepravné úlohy na krátkych trasách s nosnosťou približne do 3 000 kg (viď obr. 10),
- plošinové – vhodné na prepravu kusového materiálu, ktorý sa ukladá na plošinu vozíka, sú bez samostatného pohonu a ich nosnosť je 500 až 1 000 kg (obr. 11),
- nízkozdvížné – ľahšie vozíky s akumulátorovým pomocným pohonom použiteľné okrem krátkych prepravných činností aj na vykladanie menších nákladných áut, používané väčšinou v menších skladoch a podnikoch,
- vysokozdvížné – ručné vozíky vhodné pre prepravu na krátke trasy a zároveň zaskladňovania do regálov vysokých až 6 metrov vybavené výkonnými elektrickými motormi, ktorých nosnosť sa pohybuje na úrovni 2 000 kg (obr. 12),



Obr. 10 Paletový vozík [15]



Obr. 11 Plošinový vozík [18]

- žeriavové – určené na manipuláciu s bremenami, ktoré sa dajú upevniť na hák na tzv. výložníku, ktorého zdvih je hydraulický a dosahuje nosnosť jednej tony (obr. 12).



Vľavo – vysokozdvížny; vpravo – žeriavový
Obr. 12 Typy ručných vozíkov [15], [19]

b) prívesné – štvor- a viackolesové vozíky s ojom, ktoré sa zapriahajú do vleku za ťahač s možnosťou zapojenia do série (zapájané za AGV)

c) vlečné – typ vozíkov bez vlastného pohonu, ktoré sa zapriahnu o reťaz alebo lano poháňané elektromotorom

d) automaticky riadené vozidlá (AGV) – mobilné robotické vozidlá, zobrazené na obr. 13, riadené automaticky po predom určenej trajektórii danej vodorovným značením, tieto vozíky sú vybavené laserom fungujúcim ako čítačka značenia, je to moderný prostriedok zabezpečujúci dopravu medzi výrobnými linkami alebo skladištom a výrobnou halou (často používaný v automobilovom priemysle)



Obr. 13 AGV v sklade [20]

e) Motorové – stredné a väčšie spravidla štvorkolesové vysokozdvížné vozíky s vlastným pohonom (elektrický, plynový, spaľovací), vybavené hydraulickým zdvíhacím rámom

a vidlicou, ktorý je ovládaný vodičom a dosahuje nosnosť až 7 t, delia sa na:

- čelné – širokospektrálny, univerzálny vozík s vysokým výkonom, je to najbežnejší a najdostupnejší typ ponúkaný v širokej škále špecifikácií,
- bočné – tzv. retraky, ich prednosťou je možnosť manipulácie v užších uličkách, čo vytvára predpoklad na ekonomickejšie usporiadanie regálov v sklade, dokáže dvíhať bremená o váhe 2,5 tony do výšky 13 m,
- vysokoregálové zakladače – elektrické vozíky vhodné pre prácu vo veľmi úzkych uličkách, poskytujú možnosť najlepšie využiť priestory skladu, orientácia vidiel je kolmá k smeru posuvu vozíku medzi regálmi, niektoré typy môžu paletu s materiálom o hmotnosti 1 600 kg vyložiť až do výšky 17 m.

1.3.2 Žeriavy [9], [17], [21], [22], [23]

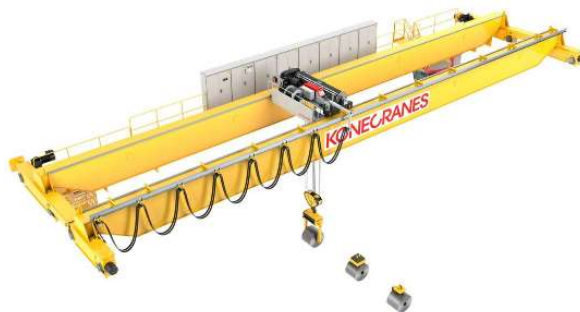
Žeriavy sú zariadenia určené na premiestňovanie ťažkých bremien zvislým a vodorovným spôsobom v pracovnom priestore. Nosná konštrukcia si nevyžaduje veľkú podlahovú plochu a môže byť pevná alebo pohyblivá. Ich nevýhodou je vyššia obstarávacía cena a nutnosť prispôsobenia skladu konštrukcii žeriavu, avšak ich význam v sklade je zásadný a funkciou sú nenahraditeľné. Z hľadiska pohybu sa žeriavy delia na tie, ktoré využívajú pevnú žeriavovú dráhu a tie, ktoré sú viazané na určitú dopravnú cestu (cestné, železničné, plávajúce). Bližšie budú popísané žeriavy s pevnou dráhou používané v skladoch a na prekladiskách. Tieto môžeme ďalej deliť na:

a) mostové – sú to žeriavy dosahujúce nosnosť viac ako 100 t využívajúce podporu upevnenú pod strechou haly (obr. 14), ich hlavnú časť tvorí jeden alebo dva nosníky (mosty), na ktoré je upevnená mačka a kladkostroj s lanom a hákom pre manipuláciu s materiálom, pohybujú sa paralelne ku konštrukcii budovy a vzhľadom k uchyteniu na žeriavovej dráhe rozlišujeme 2 typy – podperné a podvesné,

b) portálové a poloportálové – princíp a funkcia podobná ako pri mostových žeriavoch, no líšia sa spôsobom uchytenia – disponujú oceľovou konštrukciou spojenou s k zemí pevne alebo pomocou koľajníc, využívajú sa hlavne na prácu vo vonkajšom prostredí alebo v skladoch, ktoré neumožňujú montáž mostových žeriavov (na obr. 15),

c) konzolové – cenovo dostupnejšie otočné žeriavy s upevnením na stĺpe ukotvenom v podlahe alebo priamo v železnom alebo železobetónovom stĺpe samotnej haly (obr. 16), sú určené na manipuláciu so stredne ťažkými bremenami do 20 t a disponujú maximálnym otáčacím rádiusom 270° až 360° podľa typu žeriavu; menší konzolový žeriav, s nosnosťou 125 kg, je aj na obrázku 26 vo vstupnom priestore do skladu spoločnosti Bonfiglioli,

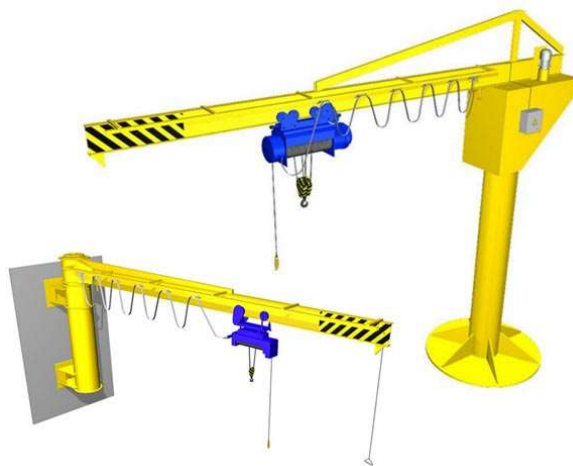
d) vežové – otočné žeriavy s výložníkom upevneným na konštrukcii v hornej časti vysokej zvislej veže určené pre výškové operácie (sú určené skôr pre stavebný priemysel).



Obr. 14 Mostový žeriav [21]



Obr. 15 Portálový žeriav [22]



*vľavo – upevnený na stene
vpravo – upevnený v podlahe*
Obr. 16 Konzolový žeriav [23]

1.3.3 Mechanické dopravníky [24]

Ďalším spôsobom presunu tovaru v skladoch je pomocou dopravníkov. Táto univerzálna metóda umožňuje prepravu širokého spektra tovarov vďaka svojej konštrukcii. Najčastejšie sa stretávame s dopravníkmi pásovými (zvyčajne z gumotextilu či plastu) alebo s valčekovými – vyrobenými z kovových valcov (viď obr. 17). Pás je zabezpečený proti priečnemu pohybu a jeho pohon zabezpečujú unášače uložené v pravidelnom rozstupe. Tieto unášače sú napojené na elektromotor, ktorý je umiestnený na začiatku alebo konci pásovej linky. Výhodou tohto spôsobu je preprava na väčšiu vzdialenosť, vysoká kapacita a rýchlosť.



Obr. 17 Valčekový dopravník [24]

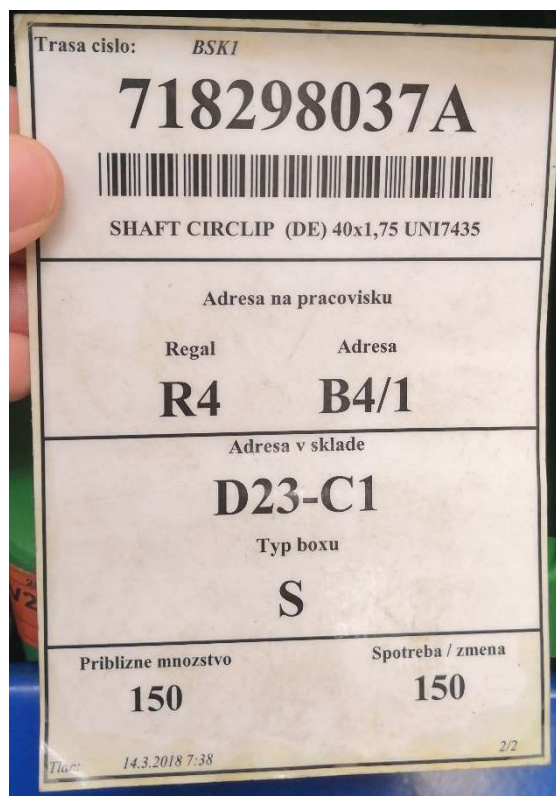
1.4 Skladová logistika [9], [25]

Logistika je veda zaoberajúca sa systémovým plánovaním, koordináciou, zosúladením a optimalizáciou toku materiálov, procesov a výroby. Jej cieľom je nastavenie jednotlivých operácií tak, aby optimálne fungovali a poskytovanie maximálnych logistických služieb pri minimálnych logistických nákladoch. Firmy sa snažia optimalizovať prepravné trasy, prepravu materiálu zo skladov do výroby, priestorové štruktúry skladov a skladové zásoby výrobných zdrojov. Tento sled úkonov nazývame logistické technológie. Moderná logistika sa vyvíja a ponúka stále nové spôsoby zlepšenia, avšak všetky systémy sú založené na základných a najdôležitejších technológiách, medzi ktoré patrí Kanban, Just in Time, Quick Response, Hub and Spoke a Cross-docking.

1.4.1 Kanban [9], [25], [26]

Je to bezzásobová technológia pôvodom z Japonska – automobilová firma Toyota Motors ju vyvinula za účelom skvalitnenia výrobnjej logistiky. Je vhodná pre uplatnenie vo veľkosériových výrobách, hlavne v strojárskom odvetví. Kanban v japončine znamená karta alebo štítok a rozlišujeme karty pohybové a výrobné.

Karty obsahujú názov, číselný kód materiálu s jeho popisom, dodávateľa, odoberateľa, množstvo a čiarový kód, prípadne ďalšie informácie. Systém funguje na princípe samoriadiacich regulačných okruhov, tvorené dodávajúcim a odoberajúcim článkom, a sú vzájomne prepojené jednosmerným reťazcom. Zjednodušene, firma má s dodávateľom uzavretú zmluvu na dodávky materiálu, ktoré do skladu pravidelne prichádzajú. Po objednaní tovaru výrobnou linkou alebo skladom sú spomínané kanbanové karty, ktoré fungujú ako nosiče informácií, odoslané k zásobovaciemu skladu alebo ku dodávateľovi. Následne, po upovedomení dodávateľa, sa objednávka



Obr. 18 Kanbanová karta Bonfiglioli

odošle s dohodnutým množstvom materiálu do danej firmy. Dodávateľ ručí za kvalitu materiálu, odoberajúca firma za jeho prijatie a kontrolu.

Na obr. 18 je fotka kanbanovej karty používaná vo firme Bonfiglioli. Je umiestnená priamo vo výrobe spolu s materiálom pri výrobnom stanovišti. Keď pracovník firmy súčiastky daného druhu vyčerpá, vyberie kanbanovú kartu uloženú spolu s materiálom v prepravke a položí ju na viditeľné miesto pre kanbanistu, ktorý má na starosti tieto karty kontrolovať, vyberať ich zo stanovišť a následne dopĺňať súčiastky do lokálnych regálov. Týmto zabezpečuje plynulý chod výroby bez zdržaní.

1.4.2 Just in Time [9], [25], [28], [29]

Metóda riadenia logistiky, ktorá vznikla, podobne ako Kanban, v Japonsku vo firme Toyota. Organizuje logistické toky za účelom zníženia dopravných a skladovacích nákladov. Percentuálne vyjadrenie zefektívnenia výroby implementáciou metódy JIT je načrtnuté v tabuľke 1. Je vhodná pre využitie v podnikoch so sériovou výrobou a jednoduchými výrobnými postupmi. Cieľom tejto technológie je zabezpečiť dodávku materiálu do výroby presne v momente, kedy má byť použitý. Týmto sa minimalizuje pohyb materiálu v rámci podniku a odpadá povinnosť k jeho skladovaniu. Udržanie plynulého chodu výroby pri tejto metóde však nie je úplne jednoduché, pretože závisí na rôznych predpokladoch:

- spoľahlivosť dodávateľov,
- automatizovaná výroba vo veľkých objemoch,
- plynulé materiálové toky,
- flexibilná pracovná sila,
- vysoká kvalita výrobkov,
- spoľahlivé zariadenia a stroje vo výrobe.

Ciele metódy JIT sa dajú vyjadriť aj pomocou systému siedmych núl (seven zeroes):

- nulová nepodarkovosť – zero defects
- nulové časy zoradenia – zero set-up time
- nulové zásoby – zero inventories
- žiadna manipulácia – zero handling
- žiadne prerušenia – zero breakdowns
- nulové časy dodávky – zero lead time
- dávky s veľkosťou jedna – lot size of one

Aj keď je táto metóda veľmi vhodná pre optimalizáciu výroby, jej stabilné udržanie je náročné. Nevýhodou je zhustenie dopravy v bezprostrednom okolí firmy, čo môže mať negatívny dopad na ekológiu daného regiónu.

Tab. 1 Prínosy JIT [29]

20 - 50% zvýšení produktivity práce
30 - 40% zvýšení výtěžnosti zařízení
80 - 90% redukce průběžných dob výroby
40 - 50% redukce nákladů na chyby
8 - 15% redukce nákladů na nákup materiálu
50 - 90% redukce nákladů na zásoby
30 - 40% redukce požadavků na prostor

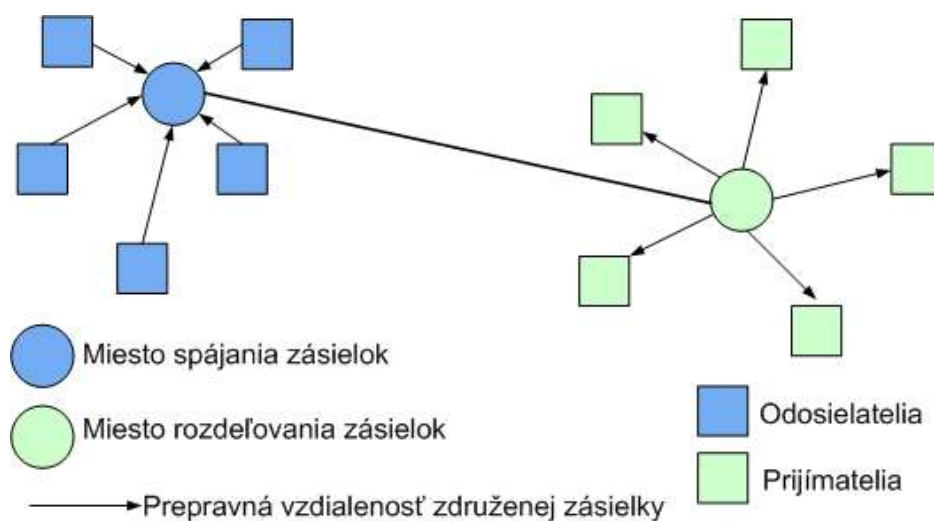
1.4.3 Quick Response [9], [26]

Táto logistická technológia rýchlej odozvy je pomerne nová a zameriava sa na reťazce spotrebného tovaru. Rozmohla sa v USA v 80-tych rokoch minulého storočia v textilnom priemysle. Je založená na vzájomnom zdieľaní informácií o predaji, objednávkach a zásobách. Zrýchľovaním toku zásob zväčšuje efektivitu produkcie a znižuje náklady potrebné na manipuláciu a uskladnenie zásob. Kľúčovým prvkom QR je automatický zber informácií a ich rýchla výmena navzájom medzi jednotlivými článkami v reťazci dodávateľ-výrobca-predajca-spotrebiteľ. Čiarové kódy zabezpečujú automatickú identifikáciu tovaru a jeho zaznamenávanie do elektronickej databázy, pomocou čoho sa sleduje okamžitá spotreba a celý reťazec tak má prehľad o okamžitej situácii. Toto opatrenie významne skracuje dobu odozvy a dodávka objednaného tovaru je realizovaná v priebehu 24-och až 48-ich hodín.

1.4.4 Hub and Spoke [9], [26], [30], [31], [32]

K rozšíreniu tejto metódy dopomohla letecká preprava. Americká Delta Airlines a neskôr spoločnosť FedEx boli jej priekopníkmi, vďaka ktorým došlo v sedemdesiatych rokoch 20. storočia k rozmachu Hub and Spoke.

V angličtine hub, teda centrum alebo stredobod, predstavuje uzly dopravy, pod ktorými si môžeme predstaviť veľké letiská, prekladiská, prístavy či železničné stanice a spokes – lúče alebo drôty – predstavujú cestnú dopravu, ktorá dopravuje jednotlivé zásielky do a z týchto centier (obr. 19). Doprava ťažkotónážnych konsolidovaných zásielok na diaľku, ktorú zabezpečujú lode, železnice a lietadlá, šetrí čas, finančné prostriedky a je aj ekologickejšia.



Obr. 19 Schéma metódy Hub and Spoke [30]

Technológia logistiky založená na princípe združovania menších zásielok do väčších jednotiek, ktoré sa po transporte rozdeľujú na jednotlivé zásielky umožňuje dobrú dopravnú obsluhu aj odľahlejších regiónov. Tá je zas zabezpečovaná prostredníctvom cestnej siete – kamióňmi a nákladnými autami.

V menších rozmeroch využíva Hub and Spoke takmer každá firma, kde „hubs“ predstavujú centrálné sklady alebo distribučné centrá a „spokes“ sú jednotlivé prevádzky výroby alebo predaja.

Azda jedinou nevýhodou tejto metódy je nutnosť prvotnej investície do výstavby prekladísk, terminálov intermodálnej dopravy (TID), dopravnej siete a prostriedkov na prepravu. Príklady týchto terminálov na Slovensku sú zobrazené na obr. 20 a obr. 21.



Obr. 20 Nový TID v Žiline [31]



Obr. 21 TID firmy Metrans v Dunajskej Strede [32]

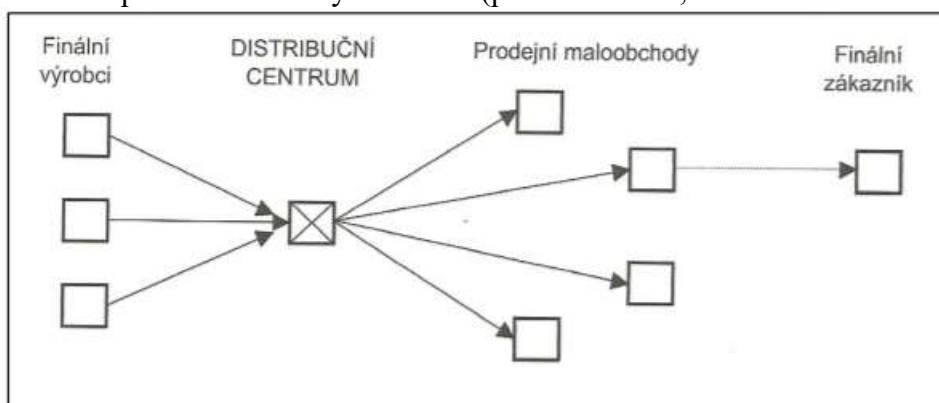
1.4.5 Cross-docking [9], [26], [27]

Distribučný systém, kde tovar je zväžaný kamióňmi alebo železnicou do distribučných centier a následne rozväžaný do maloobchodných sietí v požadovanom množstve, sa nazýva Cross-docking. Schéma tohto systému je zobrazená na obrázku 22. Je založený na znižovaní skladových zásob a na efektívnej a presnej doprave. Správna synchronizácia jednotlivých dodávok je nevyhnutná pre zabezpečenie plynulého chodu systému bez zbytočného skladovania alebo vracania zásielok späť. Pomocou tejto metódy sa konsolidujú dodávky od viacerých dodávateľov, zefektívňuje sa jeho manipulácia a znižujú sa náklady nutné na dopravu a skladovanie. Rovnako je k dispozícii sledovanie zásielky behom celej manipulácie, čo sa využíva pri internetových obchodoch, kde si zákazník môže priebežne kontrolovať aktuálnu polohu balíku. V neposlednom rade je Cross-dockingom dosiahnutá aj časová úspora dodávok.

Možné nevýhody daného systému sú nutnosť zabezpečenia dostatočnej kapacity skladov koncových odoberateľov, potreba širokej základne dopravných prostriedkov a optimálne zvolený a nastavený software, ktorý býva drahý a k jeho plynulému chodu je potreba údržby a pravidelných aktualizácií.

Podmienky nutné k plynulej prevádzke:

- dobrá komunikácia medzi dodávateľmi, distribučnými centrami a predajňami
- spoľahlivé dodávky načas
- dobrá dostupnosť distribučných centier (pri diaľniciach, blízko križovatiek ciest)



Obr. 22 Schéma systému Cross-docking [26]

2 ROZBOR VARIANT RIEŠENIA SKLADU [33]

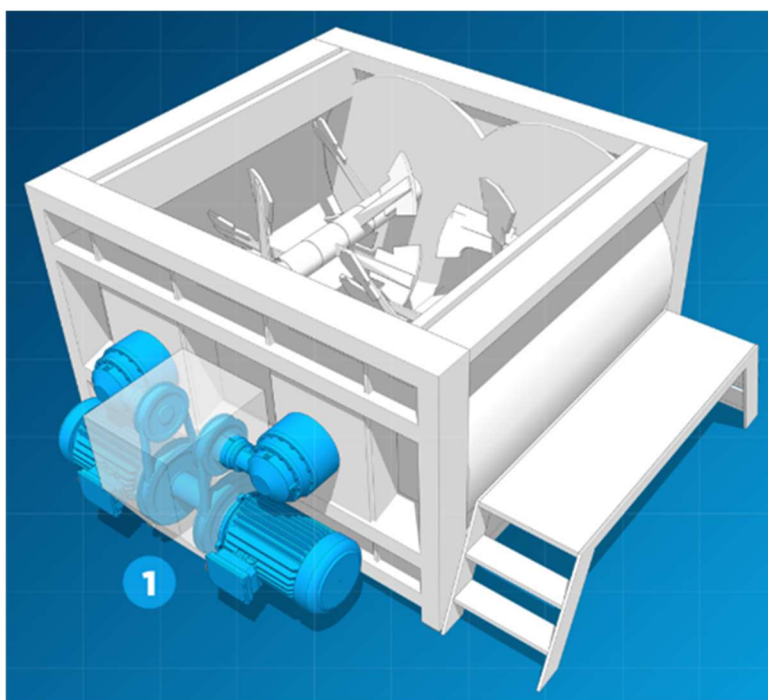
Návrh skladu bude realizovaný vo vstupnom sklade pobočky talianskej spoločnosti Bonfiglioli. Jej slovenská odnož, Bonfiglioli Slovakia s.r.o. so sídlom v Považskej Bystrici (obr. 24), je strojárská firma so zameraním na výrobu a konštrukciu prevodoviek motorov a pohonového ústrojenstva väčších priemyselných strojov s krútiacim momentom dosahujúcim až 1 100 kNm (obr. 23). V súčasnosti táto firma patrí medzi svetovú špičku dodávateľov prevodoviek a integrovaných riešení na prenos sily pre ťažké stroje. Príklad aplikácie takýchto prevodoviek je znázornený na obrázku 25, kde miešačka betónu musí vystáť vysoké rázové zaťaženia.



Obr. 23 Planétový pohon 300 Series [33]



Obr. 24 Bonfiglioli Slovakia s.r.o.



Obr. 25 Betónová miešačka [33]

Príchodzí materiál je do vstupného skladu dovážaný kamiónovou dopravou a vykladá sa priamo v sklade (táto vstupná časť je na obrázku 26) za pomoci vysokozdvížneho vozíka na miesto, kde prebieha vstupná kontrola tovaru, vid' obr. 27. Táto kontrola je nevyhnutná po predchádzajúcich skúsenostiach s dodávkami nepodarkov niektorých spoločností. Ako jednoduché riešenie optimalizácie toku materiálu v sklade by sa mohla naskytnúť možnosť zmeny dodávateľa za spoľahlivejšieho, čo sa kvality produktov týka, a teda možnosť vynechania vstupnej kontroly. Avšak cenovo výhodnejšie je pre firmu riešenie súčasné – produkty nakúpené lacnejšie s následnou kontrolou kvality vlastným pracovníkom.



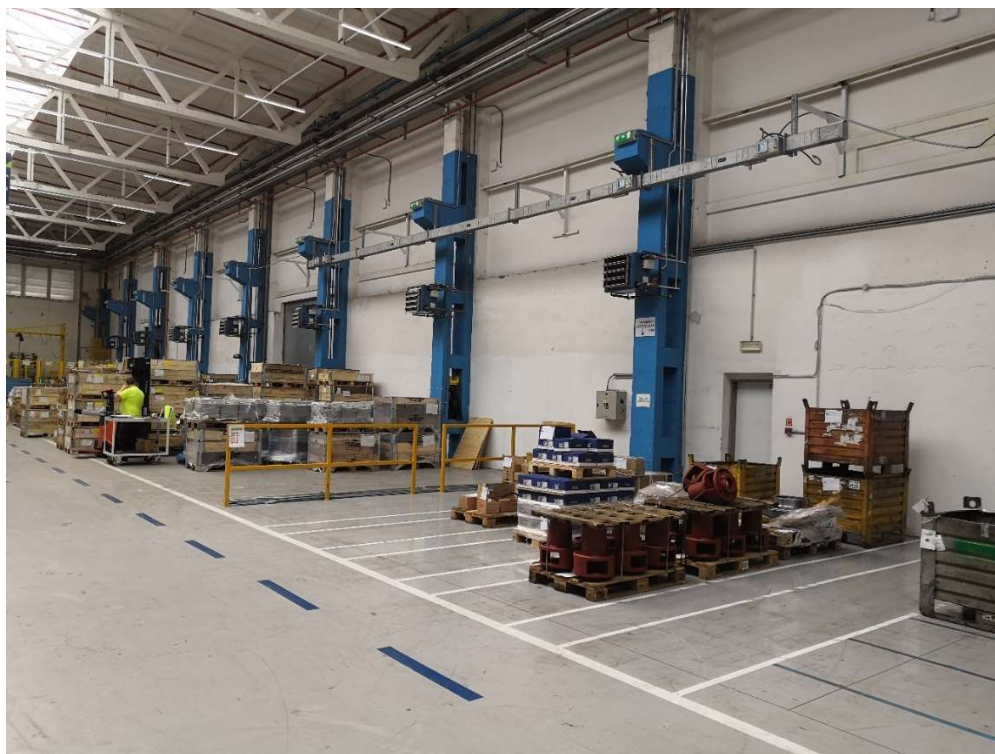
Obr. 26 Príjem v sklade Bonfiglioli

Po vstupnej kontrole sa jednotlivé súčasti rozbalia, spočítajú a starostlivo skontrolujú. Následne sa roztriedia na jednotlivé palety (ak sa jedná o menšie súčasti, tak sa vložia do prepraviek) a sú pripravené na uloženie do regálov, kde sú uskladnené do doby, kedy sú potrebné vo výrobe. Tovar sa zväčša uskladňuje krátkodobo, okrem súčastí dodávaných z veľkej diaľky, kedy by cena dopravy prevyšovala náklady na uskladnenie daných častí dlhodobšie.

Firma prijíma trinásť až osemnásť kamiónov tovaru týždenne. 85 % materiálu je dodávaných z distribučného centra so sídlom v talianskej Bologni. Podľa typu polotovaru sa zhodnocujú možnosti výroby. Ak sa jedná o ťažšie výrobnú súčasť alebo ak sa táto súčasť plánuje použiť len v množstve takom malom, že by bola jej výroba nerentabilná, tak sa na jej dodávku hľadá externá firma. Tieto požiadavky dobre splňajú firmy v Spojených štátoch, odkiaľ sa dovážajú niektoré polotovary.

V súčasnosti sa však hľadajú lacnejšie varianty aj pri bežnejších polotovaroch – pastorky pre ozubené prevody sa už väčšinou dovážajú z Číny. Nižšia cena sa však odráža na kvalite niektorých výrobkov, kvôli čomu sa zaviedli spomínané vstupné kontroly. Práve čínske výrobky podliehajú prísnejšej kontrole, nakoľko štandardy ázijských a európskych výrobcov sa

značne líšia. Pri type strojárскеj výroby, ktorou sa firma Bonfiglioli zaoberá, sa musia klásť prísne požiadavky na kvalitu a spoľahlivosť. Zlyhanie kľúčových súčastí v prevodovkách veľkých strojov by znamenalo obrovské finančné škody a veľké nebezpečenstvo pre obsluhujúci personál.



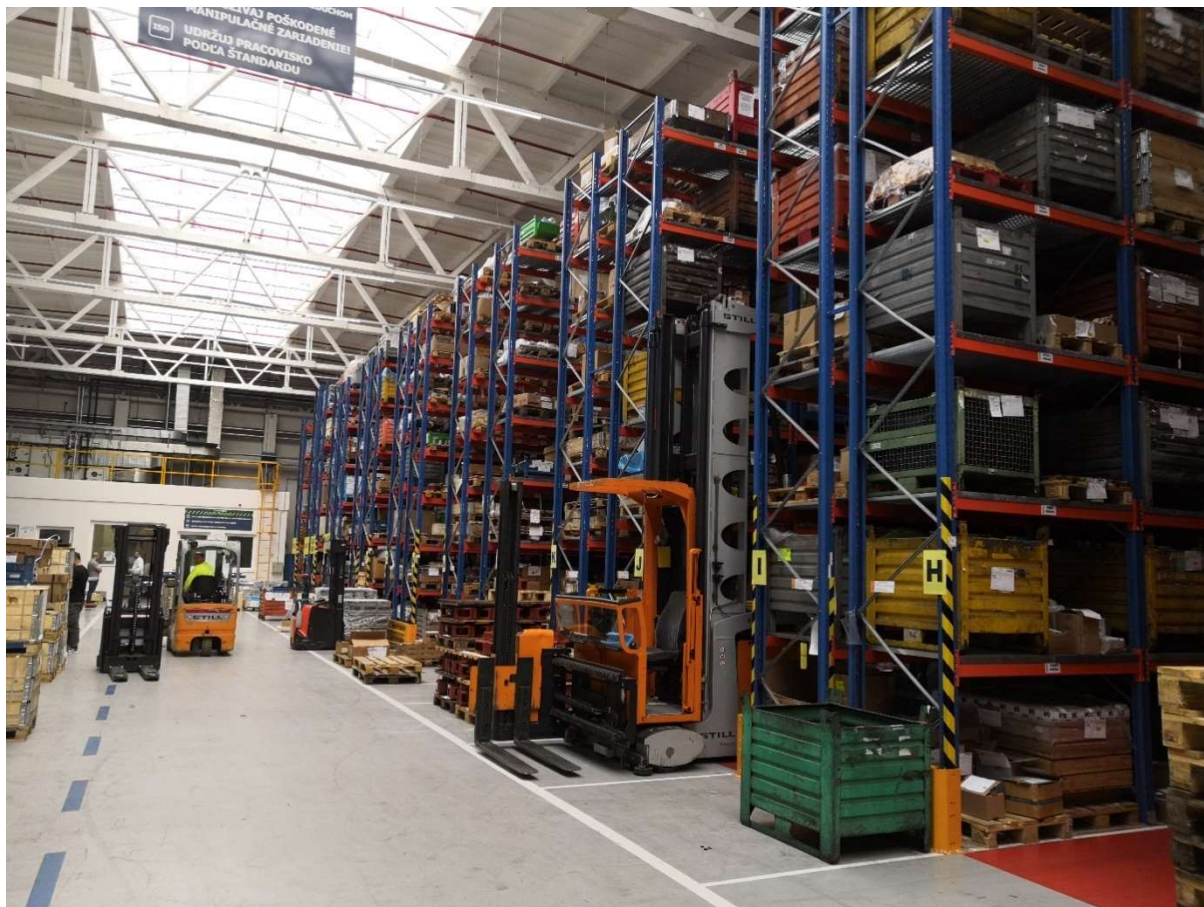
Obr. 27 Priestor vyhradený pre vstupnú kontrolu



Obr. 28 Dva druhy uskladnenia

Rôznorodý tovar – či už z hľadiska tvaru alebo jeho veľkosti – predurčuje flexibilné vlastnosti skladu. Sklad musí obsahovať regály s dobrým prístupom pre uloženie nadrozmerného materiálu, ale zároveň je potrebné šetriť miestom. Vybalené súčiastky sa po kontrole uskladňujú na europaletách alebo v kovových paletových debnách (viď obr. 28). Povolená výška naloženia europalety je obmedzená na 900 mm kvôli výške paletového miesta v regáli, ktorý je prispôbivý pre kovové paletové debny firmy Bonfiglioli s výškou 880 mm.

2.1 Súčasný stav a riešenie skladu [34]



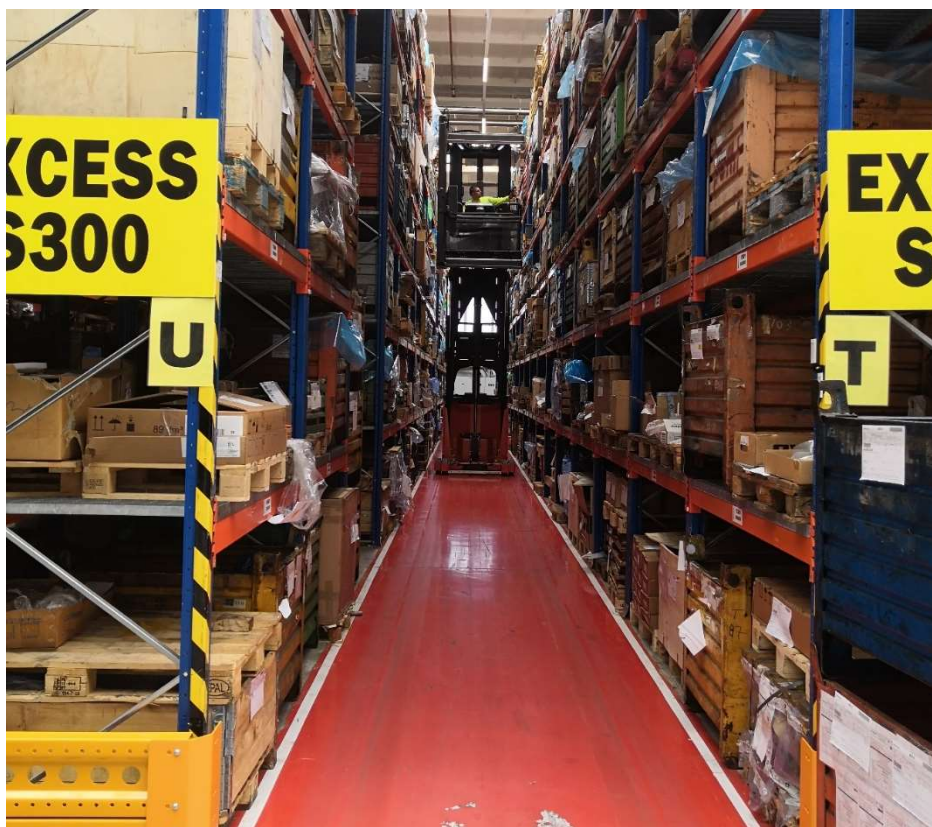
Obr. 29 Súčasný stav skladu

Súčasný riešenie skladu (zobrazené na obr. 29) spadá do kategórie vysokej mechanizácie. Polotovary sa z kamiónov vykladajú pomocou vysokozdvížných vozíkov do priestoru vstupnej kontroly (obr. 27). Po rozbalení a skontrolovaní je tovar ručne triedený do kovových boxov alebo je po prepočítaní a kontrole opätovne vložený do krabice, v ktorej prišiel. Následne sa manuálne naloží na palety (ak sú súčasti väčšie a ťažšie, pracovníci na prekládku použijú menší konzolový žeriav s nosnosťou do 125 kg, obr. 26) a pomocou paletových alebo vysokozdvížných vozíkov sa tieto palety priblížia do zóny, kde operuje regálový zakladač Still MX-X (obr. 29).

Tento výkonný vozík, poháňaný Li-Ion batériou s menovitou kapacitou 930 Ah je modifikovaný presne na mieru skladu, v ktorom operuje. Výrobca ponúka túto službu za účelom skvalitnenia služieb a snahy o vyhovieť potrebám skladu. Operuje v uličkách úzkych len 170 cm (obr. 30).

Aj keď je prevádzka tohto zakladača vysoko efektívna, sklad disponuje len dvomi strojmi. Bolo by neekonomické, keby firma musela nakúpiť desať kusov tejto techniky – pre každú uličku jeden. Keď prechádzajú z jednej uličky do druhej, musia mať k dispozícii vzadu za

regálmi priestor na manévrovanie a prechod. Tento priestor by mohol byť použitím efektívnejšej metódy skladovania využitý. Taktiež použitie modernej automatizovanej technológie by znamenalo úsporu miesta, času, ale aj pracovnej sily. Pre práve tieto nedostatky budú v ďalších podkapitolách predstavené návrhy optimalizácie skladových priestorov.



Obr. 30 Práca regálového zakladača Still MX-X

2.2 Varianta A – Zakladač pre sklad s viacnásobnou hĺbkou [35], [36]

Prvý návrh je realizovaný pomocou zakladača s dynamickým satelitným systémom. Pomocou tohto satelitu, tzv. shuttle (obr. 32), ktorý funguje ako extraktor je možné manipulovať s paletami v regáli s viacnásobnou hĺbkou. Vďaka tomuto systému je dosiahnuté mimoriadne efektívneho a úsporného využitia skladových priestorov, nakoľko sa môžu zrušiť niektoré obslužné uličky regálov. Schéma tohto systému je načrtnutá na obrázku 31.

Navrhovaný typ skladovania počíta s regálovými zakladačmi v uličkách. Tieto môžu byť vedené na koľaji stĺpovým zakladačom (viď obr. 31) alebo, aby firma nemusela investovať do nových, sa môžu ideálne použiť



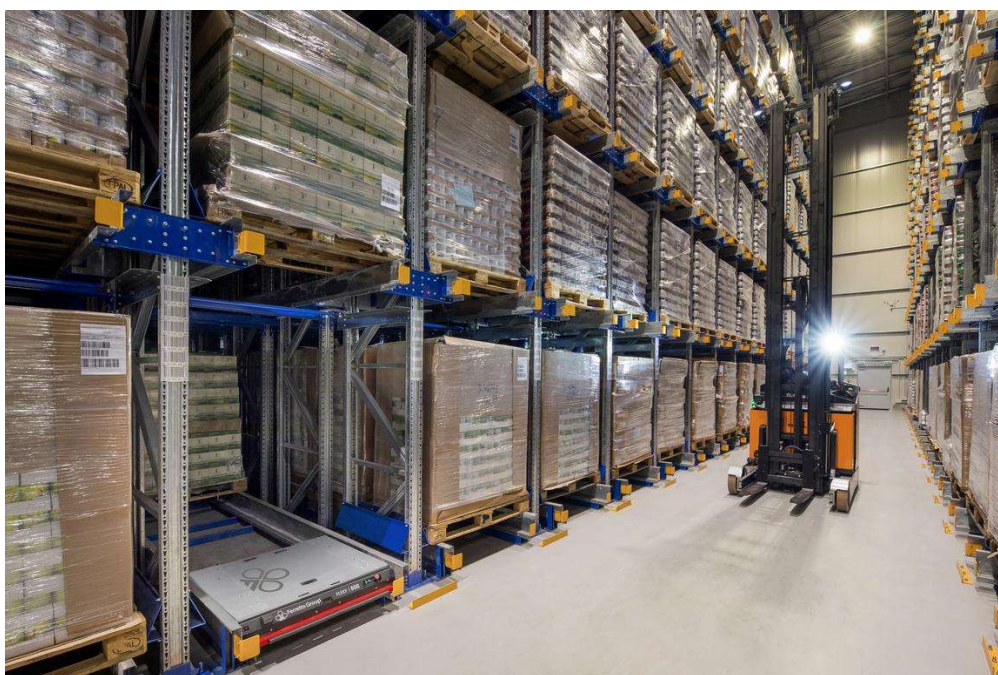
Obr. 31 Systém skladovania s viacnásobnou hĺbkou [36]

zakladače, ktorými sklad disponuje teraz. Odpadajú tým náklady potrebné na nákup nových zariadení.

Satelity sa premiestňujú z miesta na miesto pomocou zakladača, ktorý ich vloží do konkrétneho regálu. Autonómne fungujúci satelit sa po uložení palety na miesto sám vráti na prednú pozíciu, aby bol k dispozícii pre ďalšiu prácu. Pracovník si môže medzi tým pripravovať alebo vybrať inú paletu a nestráca tak čas čakaním na návrat satelitu. Po vybratí palety z regálu vyberie aj satelit a pokračuje týmto spôsobom ďalej. Satelit do každého regálu by bol zbytočný luxus a obrovské navýšenie počiatočných nákladov. Dva satelity do uličky postačujú, pretože aj tak musí byť obsluhovaný pomocou zakladača, ktorý v uličke môže byť len jeden. Riešenie je naznačené na obrázku 33.



Obr. 32 Paletový satelit Flexy 800 spoločnosti Ferretto Group [35]



Obr. 33 Predstava varianty A [35]

Táto moderná metóda je spoľahlivá a bezpečná. Poruchovosť satelitov je nízka, preto sa nepredpokladá, že by časté závady znemožňovali plynulý chod skladu. Fungujú na batérie, ktorých výdrž pri práci je 8 hodín. Doba nabíjania batérie je 6 hodín. Za jednu pracovnú zmenu je teda zaručené ich úplné nabitie a pripravenosť. Nosnosť dosahuje 1 500 kg.

Návrh je opatrený a riadený softvérom Ejlog Warehouse Management System vyvinutým firmou Ferretto Group. Je kompatibilný so systémami využívanými pre manažment skladov a poskytuje informácie o skladovaných zásobách v reálnom čase. Tento softvér ovláda aj autonómne satelity a pomáha eliminovať chyby pri skladovaní.

Systém návrhu môže byť individuálne prispôsobený podľa požiadavky firmy na metódu Last-in, First-out (LIFO) alebo First-in, First-out (FIFO). LIFO funguje na princípe, že najčerstvejší tovar je predaný alebo posunutý do výroby firmy ako prvý a starší sa spotrebuje až neskôr. V praxi skladu to znamená, že regál pre viac paliet je obsluhovaný len z jedného smeru, kedy vzadu sa nachádzajú palety s tovarom prijatým skôr a vpredu sú palety s tovarom z poslednej dodanej zásielky. Naopak FIFO zaisťuje stálu fluktuáciu paliet so súčiastkami. V sklade býva regál obsluhovaný z dvoch strán – z jednej strany je príjem, z druhej strany je odber tovaru. Tento systém automaticky zabraňuje zastarávaniu zásob.

Pri strojárskej firme nie je až tak dôležité, či je tovar starý alebo nový – pokiaľ je zaistená kompatibilita pri montáži, tak je to v poriadku. Z tohto hľadiska je jedno, či bude sklad fungovať podľa LIFO alebo FIFO. Avšak v prípade firmy Bonfiglioli, keď sa nevyrába 10 rokov ten istý produkt, ale po vyrobení určitého počtu kusov sa preorientuje na niečo nové, je FIFO systém optimálnejší a prirodzenejší. Zároveň udržiava lepšiu prehľadnosť o počte kusov polotovaru alebo o počte paliet. FIFO je vo všeobecnosti výhodnejší v porovnaní s LIFO systémom, preto bude návrh fungovať podľa metódy First-in, First-out.

Pôdorysný návrh je spracovaný vo výkrese 1.

2.3 Varianta B – Automatický zakladač TGW Stingray [37], [38]

Druhý návrh je riešený prostredníctvom systému Stingray od rakúskej spoločnosti TGW Mechanics GmbH. Táto firma sa zaoberá návrhmi a vývojom riešení intralogistiky a poskytuje možnosti modernizácie na mieru.



Obr. 34 Modul Stingray [37]

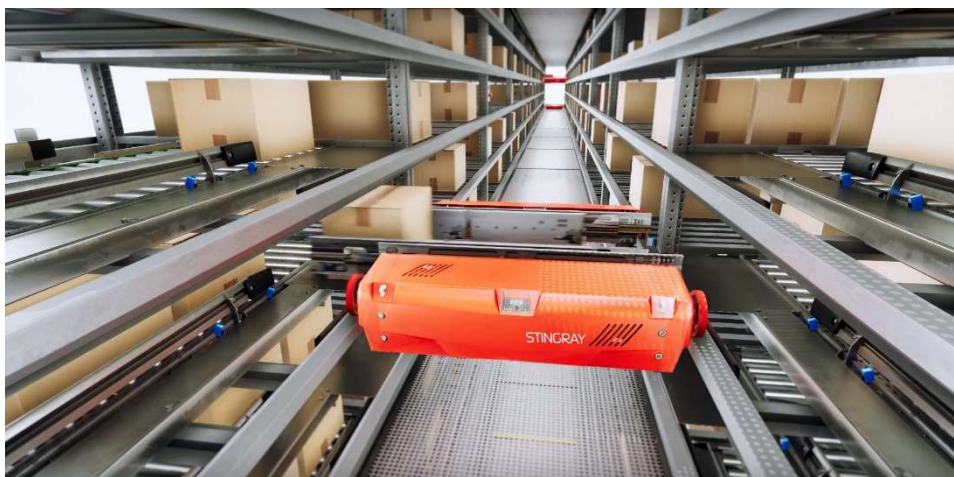
Ich najnovší model pre riešenie automatizovaného skladu, tzv. shuttle module, je koncipovaný na aplikáciu pre skladové systémy so stredným až vysokým pohybom súčastí. Základným komponentom tohto zariadenia je tzv. twister s teleskopickým vybavením pre manipuláciu s materiálom. Umožňujú taktiež narábanie s nákladom v regáloch s viacnásobnou hĺbkou, čím šetria priestor. Hustotu zaskladnenia a teda plné využitie potenciálu skladového priestoru pomáha naplniť kompaktný dizajn zakladača Stingray, ktorý je upevnený priamo do regálov pomocou koľajníc (obr. 34). Systém doplnený vysokovýkonnými výtťahmi schopnými manipulácie až do výšky 25 m pomáha vyplniť priestor aj najvyšších skladov (konceptcia je zobrazená na obrázku 35). Moduly sú vybavené systémom rekuperácie energie, ktorú získavajú

dobíjaním batérií pri dobíjajú, čo znižuje celkové náklady na spotrebu elektriny. Medzi výhody tohto systému určite patrí aj nízka miera hluku pri maximálnom výkone, čistota práce a schopnosť pracovať aj pri extrémnych teplotách od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 35 Rozloženie regálov pri variante B [38]

Firma TGW vyvinula k svojmu produktu samozrejme aj kompatibilný softvér. Riadi automatizované a dopredu naplánované pohyby modulov a výťahov, optimálne rozkladá materiál a pracuje s vysokou efektivitou a rýchlosťou.



Obr. 36 Vyberanie krabice z regálu modulom [37]

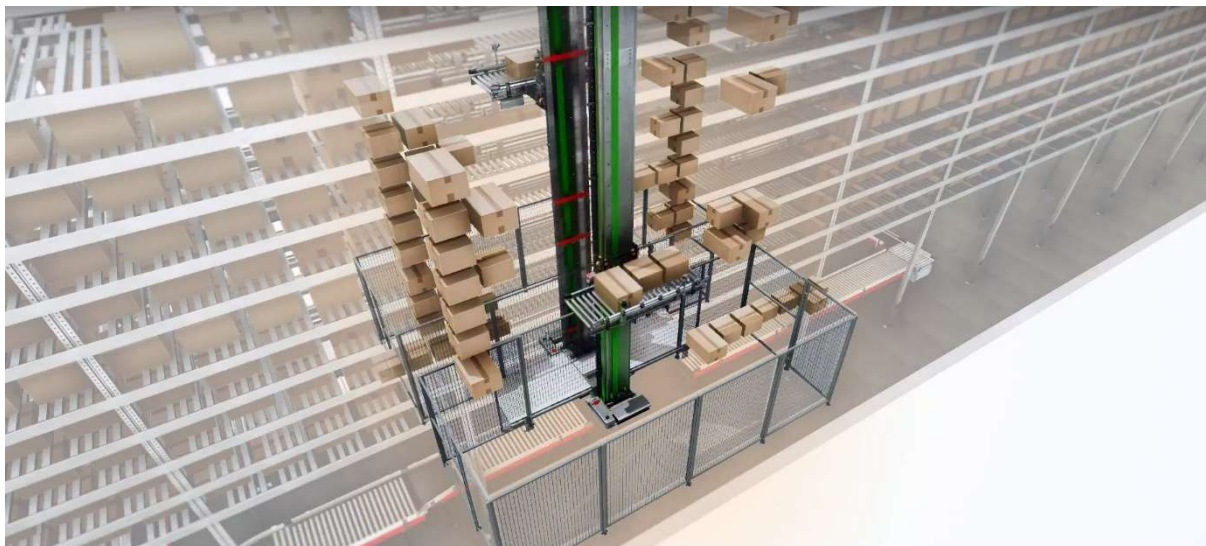
Vďaka schopnosti pracovať s rôznymi rozmermi krabíc, podnosov alebo plastových debien odpadá povinnosť používania paliet alebo ďalších nosičov, ako je zobrazené na obr. 36. Znižuje sa tým čas potrebný pre manipuláciu a zvyšuje sa efektivita. Maximálne prípustné rozmery nosičov sú $900 \times 800 \times 600\text{ mm}$ a maximálna hmotnosť nákladu je 50 kg . Táto takmer jediná nevýhoda znemožňuje poskytovanie úplnej automatizácie skladu, nakoľko pre nadrozmerný alebo ťažký náklad je potrebné použiť iný druh zaskladnenia. K tomuto účelu budú slúžiť, tak ako doteraz, samostatné regály obsluhované vysokozdvížným vozíkom alebo regálovým zakladačom Still.

Počet kusov modulov operujúcich v sklade je ľubovoľný, závisí to od potreby samotného skladu a od momentálnej produkcie. Ak by firma potrebovala zvýšiť materiálový tok,

jednoducho pridá do skladu viac modulov a systém sa automaticky aktualizuje a bude pracovať rýchlejšie. V tabuľke 2 sú zobrazené parametre zakladača Stingray.

Voliteľným prvkom v sklade pre zvýšenie produktivity je umiestnenie lokálnych výťahov do stredov uličiek (obr. 37). Pomocou nich sa môže materiál presúvať vertikálnym smerom aj na inom mieste ako na krajoch regálov pomocou hlavných výťahov určených pre moduly. Toto riešenie je vhodné pre väčšie sklady s vysokou frekvenciou pohybu tovaru alebo pre sklady s dlhými uličkami.

Pôdorysný návrh je spracovaný vo výkrese 2.



Obr. 37 Lokálny výťah [37]

Tab. 2 Parametre TGW Stingray [37]

Nosiče nákladu	Prepravky, podnosy, krabice
Dĺžka nákladu	Od 150 mm do 900 mm
Šírka nákladu	Od 200 mm do 800 mm
Výška nákladu	Od 50 mm do 600 mm
Nosnosť	50 kg
Dostup	25 m
Prevádzková teplota	-30 °C to 40 °C
Pohon	Li-Ion batérie s rekuperáciou

3 VOĽBA A ZHODNOTENIE VYBRANÉHO NÁVRHU

Pri porovnávaní variant boli brané do úvahy ako najdôležitejšie faktory plochy, ktoré sú využité, množstvo uskladneného tovaru, dostupnosť a jednoduchosť manipulácie s jednotlivými paletami alebo nosičmi a stupeň mechanizácie.

V tabuľke 3 sú uvedené údaje o veľkostiach plôch využitých na samotné skladovanie a na potrebnú manipuláciu.

Tab. 3 Zrovnanie operačných plôch oboch variant

	Varianta A	Varianta B
Plocha pre skladovanie [m ²]	1158,3	1178,1
Plocha pre manipuláciu [m ²]	392,7	297
Plocha celkovo [m ²]	1551	1475,1

Z tabuľky 3 možno vyčítať, že využitie plochy na skladovanie vo variante B je rovné 80-tim percentám, zatiaľ čo pri variante A je to o približne 5 % menej. Celková plocha použitím varianty A musela byť tiež väčšia, aby sa zabezpečila dobrá dostupnosť do posledného regálu. Prvý a posledné dva regály v návrhu s modulom Stingray boli zmenšené na polovicu. Krajný musí ostať polovične široký kvôli zabezpečeniu dostupnosti z uličky pomocou modulu. Pre lepšie využitie plochy bol pridaný jeden užší regál so šírkou 2,1 m, rovnako ako je tomu na oboch krajoch skladovacej plochy. Tieto menšie regály môžu slúžiť ako skladovacie priestory pre drobnejší materiál.

Výška stropu, respektíve konštrukcie strechy dovoľuje uskladniť tovar do maximálnej výšky 7,5 metra. Pri variante A je možnosť vertikálneho členenia paliet obmedzená na 7 kusov, zatiaľ čo pri variante B môžeme využiť 9 regálov, čo umožňuje vysokú hustotu skladovania. Množstvo paliet, ktoré pojme sklad s viacnásobnou hĺbkou je dokopy 7182 kusov. Čo sa týka druhého návrhu, tak množstvo možného uskladneného tovaru závisí na veľkosti jednotlivých krabíc alebo nosičov, na ktorých je uložený. Preto je táto možnosť viac variabilná.

Ďalším kľúčovým faktorom je stupeň mechanizácie. Po spravení vstupnej kontroly dodaného tovaru sa v oboch prípadoch musí tovar na paletách alebo v krabiciach preniesť na miesto pred samotnou skladovou plochou. Tento priestor je vyhradený pre skontrolovaný tovar, ktorý je pripravený na zaskladnenie. Po tomto kroku je varianta B plne automatizovaná a pracovníci sa už ďalej nemusia starať o uloženie do regálu. Pri možnosti s použitím paletového satelitu je potrebná ďalšia manipulácia pomocou regálového zakladača a tým pádom je potreba pracovnej sily navyše.

Rýchlosť zaskladňovania sa reguluje množstvom paletových satelitov a modulov Stingray, ktoré je možno pridať alebo ubrať podľa aktuálnej potreby. Limitáciou varianty B je nutnosť využitia spomínaných zakladačov, ktorých počet by teoreticky mohol dosiahnuť až 7 alebo 8 kusov (do každej uličky jeden), no to by znamenalo obrovské predraženie.

Vyššie uvedené parametre jasne ukazujú, že optimálnym riešením je voľba varianty B. Vyšší stupeň automatizácie je veľká výhoda z hľadiska údržby, ale aj z hľadiska prevádzky. Firma po počiatočnej investícii môže počítať s rýchlou návratnosťou, nakoľko veľkú časť práce odvedú namiesto ľudských zdrojov stroje.

4. ZÁVERY

Táto práca bola zameraná na riešenie skladu v danej strojárskjej firme. Pred predstavením firmy a návrhov však bola realizovaná rešerš, ktorej cieľom bol opis základných funkcií skladu, ich delenie a možnosti manipulácie s tovarom. Následne boli predstavené základné typy logistických metód ako sú Kanban či Just in Time.

Samotný návrh skladu bol realizovaný v podniku Bonfiglioli Slovakia s.r.o. Aktuálne riešenie vstupného skladu tejto strojárskjej firmy, ktorej zameranie je výroba prevodoviek stredne ťažkých až ťažkých strojov, bolo predstavené pomocou vyhotovenej fotodokumentácie. Nakoľko je za potreby vykonávať na viacerých druhoch polotovarov vstupné kontroly, nebola do návrhov zahrnutá možnosť úplnej automatizácie celého skladu od príjmu až po použitie vo výrobe.

Boli predstavené dve varianty riešenia. Varianta A zahŕňa použitie zakladača s viacnásobnou hĺbkou. Táto možnosť využíva paletový satelit, ktorý zakladá palety do vnútra regálov a zmenšuje priestor potrebný pre manipuláciu. Ako spôsob ukladania tovaru je navrhnutý systém First-in, First-out. Varianta B je realizovaná pomocou automatizovaného systému Stingray od firmy TGW. Možnosť manipulácie s krabicami a obalmi o rôznych veľkostiach robí túto variantu veľmi univerzálnu. Moduly, ktoré sa autonómne hýbu medzi regálmi predstavujú moderné poňatie druhov skladových logistických riešení. Plány rozvrhnutia a riešenia oboch variant sú zobrazené na priložených výkresoch.

V súčasnosti sa kladie veľký dôraz na možnosť plnej automatizácie výroby a manipulácie s tovarom. Je dostupné stále väčšie množstvo automatizovaných prvkov, ktoré fungujú takmer bezporuchovo, bez hlučnosti či nutnosti obsluhy. Práve tieto faktory prispeli k tomu, aby bola uprednostnená možnosť s vysokou automatizáciou. Lepšie nakladanie s priestorom, časová úspora, či ekonomickejšia prevádzka nasvedčujú, že automatický zakladač TGW Stingray je výhodnejšou variantou investície.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.
2. SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025125632.
3. KOŽIAK, Juraj. Optimalizácia skladových zásob v podniku [online]. Zlín, 2013 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/24153>
4. LAMBERT, Douglas M, James R STOCK a Lisa M ELLRAM. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 8025105040.
5. *Warehouse managemant system* [online]. Raj Barcode Systems [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: https://www.rajbarcode.com/wp-content/themes/twentysixteen/images/Leaflet_warehouse_Q.jpg
6. *Barcode čítačka* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://static1.squarespace.com/static/53d1894de4b021e113e2c603/53d9572ce4b080fb35504c34/546bcf15e4b02689ea84b246/1418256007670/WarehouseD.jpg>
7. KUBASÁKOVÁ, I.: *Logistický systém cross docking a jeho kritériá uplatnenia v podniku*. Žilina, 2010 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <http://www.logistickymonitor.sk/en/images/prispevky/cross-docking.pdf>
8. *Rozdelenie skladov: Aké druhy poznáme?* [online]. Village.sk, 2017 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.village.sk/rozdelenie-skladov-ake-druhy-pozname/>
9. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 8025105733.
10. *Tranzitný sklad* [online]. systemylogistiky.sk [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: https://www.systemylogistiky.sk/wp-content/uploads/2018/11/cargo-partner_LCL_Copyright-Esther-Horvath_03-620x414.jpg
11. *Otvorený sklad* [online]. ytong.sk [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.ytong.sk/sk/img/prodejci-ytong-hp-foto.jpg>
12. *Krytý sklad* [online]. drevari.sk [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.drevari.sk/obsah/prilohy/inzeraty/54529~e421d27cdb73.jpg>
13. *Etážový sklad* [online]. proman.sk [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: https://www.proman.sk/userfiles/image/photogalleries/48/809_02-policove-regaly-25_800x600.jpg
14. *Výškový sklad* [online]. viastore.cz [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: https://www.viastore.cz/fileadmin/Mediendatenbank_DE/Images/SYSTEME/Palette/lagersysteme_palettenhochregallager_01.jpg
15. *Produkty Jungheinrich* [online]. jungheinrich.cz [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/>
16. *Manipulačná logistika* [online]. SPŠ Považská Bystrica [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bvFOVXhgvRkJ:spspb.edupage.org/files/ZKG-2.10_Manipulacna_logistika.doc+&cd=1&hl=sk&ct=clnk&gl=cz

17. *Učebné materiály: Mechanizačné zariadenia* [online]. Strážske: SPŠ Strážske, 2015 [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://sosstrazske.wbl.sk/moderna_skola_-_dokumenty/ucebnymaterial/3.1.27_mechanizacne_zariadenia_onuferova.pdf
18. *Plošinový vozík* [online]. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://cdn.myshoptet.com/usr/www.office24h.cz/user/shop/big/37313-1_plošinovy-vozik-se-4-dratenymi-stenami--1200x800-mm.jpg?5ca28e13
19. *Žeriavový vozík* [online]. hydrokres.sk [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://www.hydrokres.sk/images/zeriavovy_vozik_2t.jpg
20. *AGV* [online]. ceit-cz.cz [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <http://www.ceit-cz.cz/wp-content/uploads/2015/07/AGV1b.jpg>
21. *Mostový žeriav* [online]. konecranes.sk [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://www.konecranes.sk/sites/default/files/ie_new_uniton_steel_coil_crane_2.jpg
22. *Portálový žeriav* [online]. bgb.sk [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://www.bgb.sk/uploads/images/Portalovy_1.jpg
23. *Konzolové žeriavy* [online]. jkm-zeriavy.sk [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://jkm-zeriavy.sk/images/produkty/stlpove-zeriavy.jpg>
24. *Konzolové žeriavy* [online]. ssi-schaefer.com [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://www.ssi-schaefer.com/resource/image/195328/landscape_ratio8x4/945/450/752288d6b2550327de7cc319e770b68a/Qu/pallet-conveying-system--dam-image-cs-1181-.jpg
25. *Analýza: Logistika a logistické toky podniku* [online]. euroekonom.sk, 2019 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.euroekonom.sk/analiza-logistika-a-logisticke-toky-podniku/>
26. *Logistické technológie* [online]. Ostrava: Katedra informačných a komunikačných technológií Ped. fakulty ostravskej univerzity [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: http://kik.osu.cz/moodle/pluginfile.php/2136/mod_resource/content/1/Logistick%C3%A9%20technologie%20-%20studijn%C3%AD%20materi%C3%A1l.pdf
27. KUBASÁKOVÁ, I.: Modelovanie dopravného logistického systému [dizertačná práca], školiteľ Marián Šulgan. Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra cestnej a mestskej dopravy; obháj. 24.04.2007. - ČVO 62039. Žilina: [s.n.], 2006. 98 s.: obr., tab., príl. + Autoref. [26 s.].
28. BASL J., BLAŽÍČEK R., Podnikové informační systémy : Podnik v informační společnosti, 2., výrazně přeprac. a rozš. vyd., 2008, s. 139
29. *Prínosy JIT* [online]. e-api.cz [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/wcd/pages/kapc/jednotlive-metody-a-nastroje/jit.jpg>
30. *Hub and Spoke* [online]. ipaslovakia.sk [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/hub-and-spoke>
31. *TID Žilina* [online]. smedata.sk [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://m.smedata.sk/api-media/media/image/sme/3/38/3853663/3853663_1200x.jpeg?rev=3
32. *RAIL HUB Terminal* [online]. metrans.eu [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.metrans.eu/terminal-operations/rail-hub-terminal-dunajska-streda-sk/>

33. *Produkty Bonfiglioli* [online]. bonfiglioli.com [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.bonfiglioli.com/international/en>
34. *Regálové vozíky MX-X* [online]. still.cz [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.still.cz/regalove-voziky-mx-x-cz.0.0.html>
35. *Pallet Shuttle FLEXY* [online]. ferrettogroup.com [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.ferrettogroup.com/index.cfm/en/solutions/metal-racking-and-mezzanines/pallet-shuttle-flexy/>
36. *Sloupový základáč pro sklad s vícenásobnou hloubkou* [online]. automatizace-skladu.cz [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.automatizace-skladu.cz/produkty/automatizovane-sklady/sloupovy-zakladac-pro-sklad-s-vicenasobnou-hloubkou/>
37. *Automatický základáč TGW Stingray* [online]. tgw-group [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.tgw-group.com/en/>
38. *TGW expands its AS/R Systems Offering with New 'Stingray' Shuttle* [online]. warehousenews.co.uk, 2011 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://warehousenews.co.uk/2011/04/tgw-expands-its-asr-systems-offering-with-new-%E2%80%99stingray%E2%80%99-shuttle/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

Označenie	Legenda	Jednotka
AGV	Automated guided vehicles	
FIFO	First-in, First-out	
JIT	Just in time	
LIFO	Last-in, First-out	
Li-Ion	Lithium-ion	
QR	Quick response	
TID	Terminál intermodálnej dopravy	
Tzv.	Takzvaný	
	Ampérhodina	[Ah]
	Centimeter	[cm]
	Kilogram	[kg]
	Kilonewtonmeter	[kNm]
	Meter	[m]
	Meter štvorcový	[m ²]
	Meter za minútu	[m/min]
	Milimeter	[mm]
	Stupeň Celzia	[°C]
	Tona	[t]

ZOZNAM OBRÁZKOV

Číslo obr.	Názov	Zdroj	Strana
1	Využitie celej výšky skladu		9
2	Systém správy skladu	[5]	10
3	Skenovanie kódu čítačkou	[6]	11
4	Tranzitný sklad kontajnerov	[10]	11
5	Otvorený sklad	[11]	12
6	Krytý sklad	[12]	12
7	Etážový sklad	[13]	12
8	Výškový sklad	[14]	12
9	Automatizovaný sklad firmy Jungheinrich	[15]	13
10	Paletový vozík	[15]	13
11	Plošinový vozík	[18]	13
12	Typy ručných vozíkov	[15] [19]	14
13	AGV v sklade	[20]	14
14	Mostový žeriav	[21]	15
15	Portálový žeriav	[22]	15
16	Konzolový žeriav	[23]	15
17	Valčekový dopravník	[24]	16
18	Kanbanová karta Bonfiglioli		16
19	Schéma metódy Hub and Spoke	[30]	18
20	Nový TID v Žiline	[31]	19
21	TID firmy Metrans v Dunajskej Strede	[32]	19
22	Schéma systému Cross-docking	[26]	19
23	Planétový pohon 300 Series	[33]	20
24	Bonfiglioli Slovakia s.r.o.		20
25	Betónová miešačka	[33]	20
26	Príjem v sklade Bonfiglioli		21
27	Priestor vyhradený pre vstupnú kontrolu		22
28	Dva druhy predpísaného uskladnenia		22

Číslo obr.	Názov	Zdroj	Strana
29	Súčasný stav skladu		23
30	Práca regálového zakladača Still MX-X		24
31	Systém skladovania s viacnásobnou hĺbkou	[36]	24
32	Paletový satelit Flexy 800 spoločnosti Ferretto Group	[35]	25
33	Predstava varianty A	[35]	25
34	Modul Stingray	[37]	26
35	Rozloženie regálov pri variante B	[38]	27
36	Vyberanie krabice z regálu modulom	[37]	27
37	Lokálny výt'ah	[37]	28

ZOZNAM TABULIEK

Číslo tab.	Názov	Zdroj	Strana
1	Prínosy JIT	[29]	17
2	Parametre TGW Stingray	[37]	28
3	Zrovnanie operačných plôch oboch variant		29

ZOZNAM VÝKRESOV

Číslo výkresu	Názov	Označenie
1	SKLAD - VARIANTA A	3/BP/V-A
2	SKLAD - VARIANTA B	3/BP/V-B